

12  
A20

DERWENT-ACC-NO: 1999-108969  
DERWENT-WEEK: 199910  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: High torque synchronous magnetic coupling - using two magnets which are adjacent but opposed in polarity to form each pole on rotors.

INVENTOR: LEMARQUAND, G; LEMARQUAND, V

PATENT-ASSIGNEE: ECOLE NAT SUPERIEURE ING ETUD & TECH[ECOLN], UNIV BRETAGNE OCCIDENTALE [UYBRN]

PRIORITY-DATA: 1997FR-0008637 (July 8, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
FR 2766028 A1	January 15, 1999	N/A	009	H02K 049/10

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
FR 2766028A1	N/A	1997FR-0008637	July 8, 1997

INT-CL (IPC): H02K049/10

ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2766028A

BASIC-ABSTRACT: A synchronous magnetic coupling has permanent magnets on the driving and driven shafts and a cylindrical airgap between coaxial rotors. Each of the poles on the two rotors is formed from two permanent magnets which are positionned with opposing polarities parallel to the axis of rotation. The number of poles on the driving rotor may differ from the number of poles on the driven rotor and three permanent magnets with alternate polarities may be used to form each pole. The shape of each permanent magnet may be parallelipiped or cylindrical.

ADVANTAGE - The use of two permanent magnets which are adjacent but of opposing polarity increases the magnetic mass and hence the torque without involving difficult machining of very hard materials.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/3

TITLE-TERMS:

HIGH TORQUE SYNCHRONOUS MAGNETIC COUPLE TWO MAGNET ADJACENT OPPOSED POLARITY FORM POLE ROTOR

DERWENT-CLASS: V06 X11

EPI-CODES: V06-M06; X11-G; X11-H03A; X11-J05A;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1999-078982

PAT-NO: FR002766028A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: FR 2766028 A1

TITLE: High torque synchronous magnetic coupling

PUBN-DATE: January 15, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
LEMARQUAND, GUY	N/A
LEMARQUAND, VALERIE	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES	FR

APPL-NO: FR09708637

APPL-DATE: July 8, 1997

PRIORITY-DATA: FR09708637A (July 8, 1997)

INT-CL (IPC): H02K049/10

EUR-CL (EPC): H02K001/27 ; H02K049/10

ABSTRACT:

CHG DATE=19990905. STATUS=C>A synchronous magnetic coupling has permanent magnets on the driving and driven shafts and a cylindrical airgap between coaxial rotors. Each of the poles on the two rotors is formed from two permanent magnets which are positionned with opposing polarities parallel to the axis of rotation. The number of poles on the driving rotor may differ from the number of poles on the driven rotor and three permanent magnets with alternate polarities may be used to form each pole. The shape of each permanent magnet may be parallelipiped or cylindrcial.

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 766 028

(21) N° d'enregistrement national : 97 08637

(51) Int Cl<sup>6</sup> : H 02 K 49/10

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 08.07.97.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 15.01.99 Bulletin 99/02.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : ECOLE NATIONALE SUPERIEURE  
DES INGENIEURS DES ETUDES ET TECHNIQUES  
D'ARMEMENT — FR et UNIVERSITE DE BRETAGNE  
OCCIDENTALE — FR.

(72) Inventeur(s) : LEMARQUAND GUY et LEMAR-  
QUAND VALERIE.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) :

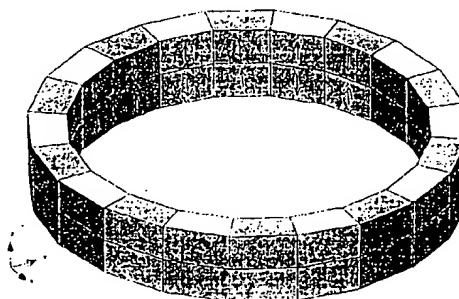
(54) DISPOSITIF A FORT COUPLE D'ACCOUPEMENTS MAGNETIQUES SYNCHRONES A ENTREFER  
CYLINDRIQUE.

(57) L'invention concerne un dispositif d'accouplements  
magnétiques synchrones à entrefer cylindrique dans lequel  
les pôles sont à aimants permanents sur arbre mené et men-  
nant, caractérisé en ce que chaque pôle est constitué d'au  
moins deux aimants superposés disposés en sens oppo-  
sés, arbre menant et mené ayant le même nombre  
d'aimants.

Dans d'autres modes de réalisation de l'invention cha-  
que pôle peut aussi être constitué d'au moins deux aimants  
superposés disposés en sens opposés, arbre menant et  
mené ayant un nombre différent d'aimants.

De préférence les aimants sont à aimantation axiale.

Les aimants peuvent être cylindriques ou en forme de  
tuiles d'épaisseur constante.



FR 2 766 028 - A1



L'invention concerne un dispositif d'accouplements magnétiques synchrones à entrefer cylindrique et aimants permanents.

Le principe de base repose sur le fait que deux pôles magnétiques de nature opposée s'attirent et de nature similaire se repoussent. Considérons le cas d'un arbre menant portant un pôle nord qui fait face, à travers un entrefer à un pôle sud situé sur un arbre mené. Lorsque le pôle nord se déplace en rotation, "le pôle sud a envie de le suivre", il y a création d'un couple, et l'arbre mené est entraîné. On définit le nombre de pôles comme le nombre de pôles nord et sud présents sur l'un des rotors. Ce nombre est nécessairement pair, puisque pôle nord et pôle sud sont appariés. Ce nombre est le même sur le rotor menant et sur le rotor mené. Tout l'art en la matière va porter sur la façon dont on crée les pôles, leur nombre et la géométrie du dispositif, et sur l'optimisation de la valeur et de la forme du couple ainsi créé.

Les accouplements magnétiques assurent la liaison sans contact entre un arbre menant et un arbre mené. Cette liaison sans contact présente de nombreux avantages et autorise entre autres la présence d'une paroi étanche entre les deux arbres, les isolant physiquement l'un de l'autre.

De tels dispositifs ont des applications dans toutes les industries, en particulier nucléaire, pharmaceutique, agro-alimentaire, pour le pompage.

Ces dispositifs permettent également de transmettre un mouvement tout en ayant un désalignement des axes des arbres, et jouent aussi un rôle de cardan. Selon la forme des variations angulaires du couple, ils permettent également de limiter le couple transmis (phénomène de décrochage au-delà d'une certaine valeur).

Il existe un certain nombre de configurations, qui peuvent se regrouper en quatre types : systèmes à entrefer cylindrique avec culasse, systèmes à entrefer plan avec culasse, systèmes sans culasse, systèmes sans aimants sur l'une des parties.

Dans les systèmes à entrefer cylindrique avec culasse, les rotors sont cylindriques et concentriques, séparés par un entrefer qui est aussi cylindrique. Les rotors sont constitués d'aimants collés à une culasse de matériau ferromagnétique. Les aimants sont à aimantation radiale pour le dispositif et présentent des pôles alternés le long de l'entrefer. La culasse est un cylindre ferromagnétique extérieur aux aimants pour le rotor extérieur, et intérieur aux aimants pour le rotor intérieur. C'est une disposition classique qu'on rencontre avec quelques variantes. Dans le document "Application of rare earth magnets to coaxial couplings" de D. Weimann, H. J. Wiesmann, K. Bachmann (paper No VI-1, Third International Workshop on Rare Earth-Cobalt Permanent Magnets and their Applications, University of California, San Diego, June 27-30, 1978), les aimants sont des anneaux aimantés radialement avec un

nombre de pôles dépendant de l'application. Une structure plus facile à réaliser sur un plan pratique remplace les anneaux d'aimant par des tuiles aimantées non jointives. Ceci est présenté par les mêmes auteurs dans la référence citée et également par Y. Tawara, M. Honshima, K. Shinbo, I. T. Oiwa dans "Applications of precipitation-hardened rare earth-cobalt magnets to torque coupling devices", paper No II-4, Second International Workshop on Rare Earth-Cobalt Permanent Magnets and their applications, June 8-11, 1976. On retrouve également cette structure avec culasse et aimants plus ou moins parallélépipédiques aimantés pour que leur aimantation soit radiale dans le dispositif dans "Optimal design of synchronous torque couplers" de R.M. Hornreich, S. Shtrikman, IEEE Trans. Mag., Vol. 14, No. 5, pp. 800-802, Sept. 1978, ainsi que dans "Torque of a cylindrical magnetic coupling" de V. V. Fufaev, A. Ya. Krasil'nikov, Elektrotehnika, Vol. 65, No. 8, pp. 85-89, 1994, et aussi dans "Synchronous couplings with SmCo5 magnets", W. Baran, M. Knorr, Paper No II-7, Second International Workshop on Rare Earth-Cobalt Permanent Magnets and their Applications, June 8-11, 1976.

Selon l'application à laquelle ils sont dédiés ou la forme de la paroi de séparation, les dispositifs précédents ont leurs équivalents pour des entrefers plans. Les aimants présentent toujours une alternance de pôles nord et sud dans l'entrefer et leur aimantation est axiale vis-à-vis du dispositif. On les trouve présentés par D. Weimann et al., par W. Baran et al. Les aimants sont soit annulaires avec des pôles axiaux, soit en forme de tuiles ou de parallélépipèdes. Les culasses sont des disques de matériau ferromagnétique, sur lesquels sont fixés les aimants qui se font face à travers l'entrefer plan.

Dans la communication "A new type of permanent magnet coupling" de J.P. Yonnet, IEEE Trans., Mag., Vol. 17, No 6, pp. 2991-2993, Nov. 1981, sont présentées des structures d'accouplement sans culasse en fer. Les dispositifs sont constitués uniquement d'aimants permanents annulaires, avec un anneau menant et un anneau mené, portant chacun une alternance de pôles nord et sud. On retrouve les structures coaxiales à entrefer cylindriques, et les structures faciales à entrefer plan. Dans chacun des cas, les aimantations peuvent être radiales ou bien axiales. Certaines structures associent plusieurs anneaux menants ou menés.

Dans la publication "A magnetic coupling without parasitic force for measuring devices" de J.P. Yonnet, J. Delamare, J. Appl. Phys. 76 (10), pp. 6865-6867, Nov. 1994, les auteurs présentent des structures dans lesquelles les anneaux

d'aimants ne portent plus une alternance de pôles nord et sud, mais ont une aimantation dont la direction change progressivement lorsqu'on se déplace le long de l'anneau.

5        Tous les dispositifs présentés plus haut ont des aimants sur la partie  
menante et sur la partie menée. Le dispositif présenté par M. de Bennetot dans une  
publication de l'INIST, "Détermination des caractéristiques d'un accouplement  
magnétique synchrone à aimants permanents", est constitué d'un rotor extérieur portant  
des aimants fixés à une culasse et ayant une pièce polaire sur leur face du côté de  
l'entrefer, le rotor intérieur n'étant quant à lui constitué que d'une roue dentée en fer. Le  
10    dispositif utilise le principe des machines à réluctance variable.

      Dans les articles "Magnetic couplings come of age", G. M. Giannini,  
Mechanical engineering, pp. 54-56, Nov. 1982, et "Permanent magnet couplings", C. J.  
Fellows, CME, pp. 79-84, June 1979, les configurations citées précédemment y  
15    apparaissent, ainsi qu'une variante du dispositif facial à culasse avec entrefer plan,  
dans laquelle les aimants, au lieu d'être des "cubes", sont des cylindres. L'aimantation  
de ces cylindres est axiale vis-à-vis du cylindre lui-même ainsi que de l'accouplement.

      Dans le cas des accouplements à entrefer cylindrique, les aimants ont de façon  
20    connue la forme de pavés parallélépipédiques ou de tuiles. Ces formes nécessitent  
l'usinage de pièces pour deux à quatre de leurs faces.

      Tous les aimants modernes (ferrites, terres-rares cobalt, fer néodyme bore)  
sont des matériaux frittés dont l'usinage est difficile. Ce sont des matériaux très durs,  
abrasifs et friables, de plus leur aimantation résiduelle fait que les copeaux restent  
25    collés sur les aimants et les outils d'usinage. De plus, certains de ces aimants sont très  
oxydables et ne peuvent être usinés que sous gaz inerte.

      L'invention a pour but de proposer un dispositif d'accouplements magnétiques  
synchrones à aimants permanents, qui remédie aux inconvénients des dispositifs de  
30    l'état de la technique, qui soit d'un usinage facile, et qui augmente le couple maximal  
transmissible par l'accouplement.

      L'invention a pour objet un dispositif d'accouplements magnétiques synchrones  
à entrefer cylindrique dans lequel les pôles sont à aimants permanents sur arbre mené  
35    et menant, caractérisé en ce que chaque pôle est constitué d'au moins deux aimants  
superposés disposés en sens opposés, arbre menant et mené ayant le même nombre  
d'aimants.

Dans d'autres modes de réalisation de l'invention chaque pôle peut aussi être constitué d'au moins deux aimants superposés disposés en sens opposés, arbre menant et mené ayant un nombre différent d'aimants.

5 De préférence les aimants sont à aimantation axiale.

Les aimants peuvent être cylindriques ou en forme de tuiles d'épaisseur constante. Dans ce dernier cas, les tuiles sont des pavés dont deux faces en regard sont des sections de cylindres coaxiaux avec les rotors, ou dont deux faces en regard sont  
10 parallèles entre elles, ou dont la face intérieure est une section de cylindre coaxial au rotor et la face extérieure plane ou inversement la face extérieure est une section de cylindre coaxial au rotor et la face intérieure plane.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la  
15 lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel, donné à titre illustratif et non limitatif, et des figures annexées parmi lesquelles :

-la figure 1 représente un dispositif d'accouplement magnétique selon l'invention avec des aimants en forme de tuiles et une structure double, un seul arbre  
20 étant représenté;

-la figure 2 représente un dispositif d'accouplement magnétique selon l'invention avec des aimants en forme de tuiles et une structure triple, un seul arbre étant représenté;

-la figure 3 représente un dispositif d'accouplement magnétique selon  
25 l'invention avec des aimants cylindriques et une structure triple, un seul arbre étant représenté.

Dans le dispositif d'accouplement magnétique selon l'invention, les arbres ou rotors menant et mené sont coaxiaux, l'un étant intérieur, l'autre extérieur. L'entrefer  
30 entre les deux rotors est cylindrique.

L'effet d'entraînement est dû à l'interaction des faces supérieures et inférieures alternativement nord et sud des arbres menant et mené. Les aimants sur le rotor menant et sur le rotor mené peuvent être en attraction, un pôle nord face à un pôle sud ou bien en répulsion, un pôle nord face à un pôle nord.

35

Les aimants ne nécessitent pas d'usinage spécifique, les pièces supports de ces aimants sont simples à usiner, et celles-ci sont en matériaux amagnétiques ; ces pièces

peuvent être réalisées avec des matériaux économiques (matières plastiques) ou avec des matériaux possédant de grandes qualités mécaniques (titane).

5 Un premier mode de réalisation représenté sur les figures 1 et 2 correspond à des aimants en forme de tuiles d'épaisseur constante. Les tuiles sont des pavés dont deux faces en regard sont des sections de cylindres coaxiaux avec les rotors, ou bien ces mêmes faces peuvent être parallèles entre elles, ou bien la face intérieure peut être une section de cylindre coaxial au rotor et la face extérieure peut être plane ou  
10 inversement la face extérieure peut être une section de cylindre coaxial au rotor et la face intérieure peut être plane. Leurs épaisseurs et leurs largeurs peuvent être différentes selon la nature du pôle.

L'aimantation des tuiles est axiale vis-à-vis de l'entrefer, c'est-à-dire parallèle à  
15 l'axe de rotation.

Chaque pôle magnétique est constitué d'au moins deux aimants superposés à aimantation axiale de sens opposés c'est à dire en répulsion. Les deux arbres menant et mené sont constitués de la même façon.

20 Le potentiel magnétique au niveau des faces en contact est doublé, les masses magnétiques s'additionnant, et les forces d'interaction entre deux surfaces homologues des arbres menant et mené sont multipliées par quatre car ces forces sont proportionnelles au produit des masses magnétiques.

La figure 1 représente l'un des deux arbres menant ou mené ainsi construit, avec pour chaque pôle deux aimants disposés en sens opposés.

25 La figure 2 représente l'un des deux arbres menant ou mené selon l'invention avec trois aimants par pôle, les aimantations axiales pour un pôle étant alternées.

Dans un autre mode de réalisation, les aimants sont cylindriques à aimantation axiale. Le fractionnement de chaque pôle en plusieurs aimants n'induit pas un coût  
30 économique important en fabrication.

La figure 3 représente l'un des deux arbres menant ou mené selon l'invention avec trois aimants cylindriques par pôle. On peut généraliser à un nombre quelconque d'aimants par pôle, les aimantations étant alternées dans la direction axiale.

35

Le nombre d'aimants par pôle peut être différent sur l'arbre mené et sur l'arbre menant.



## REVENDICATIONS

5 1.Dispositif d'accouplements magnétiques synchrones à entrefer cylindrique dans lequel les pôles sont à aimants permanents sur arbre mené et menant, caractérisé en ce que chaque pôle est constitué d'au moins deux aimants superposés disposés en sens opposés, arbre menant et mené ayant le même nombre d'aimants.

10 2.Dispositif d'accouplements magnétiques synchrones à entrefer cylindrique dans lequel les pôles sont à aimants permanents sur arbre mené et menant, caractérisé en ce que chaque pôle est constitué d'au moins deux aimants superposés disposés en sens opposés, arbre menant et mené ayant un nombre différent d'aimants.

15 3.Dispositif d'accouplements magnétiques synchrones à entrefer cylindrique dans lequel les pôles sont à aimants permanents sur arbre mené et menant selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les aimants sont à aimantation axiale.

20 4.Dispositif d'accouplements magnétiques synchrones à entrefer cylindrique dans lequel les pôles sont à aimants permanents sur arbre mené et menant selon la revendication 3, caractérisé en ce que les aimants sont cylindriques.

25 5.Dispositif d'accouplements magnétiques synchrones à entrefer cylindrique dans lequel les pôles sont à aimants permanents sur arbre mené et menant selon la revendication 3, caractérisé en ce que les aimants sont en forme de tuiles d'épaisseur constante ou de pavés dont deux faces en regard sont des sections de cylindres coaxiaux avec les rotors, ou dont deux faces en regard sont parallèles entre elles, ou dont la face intérieure est une section de cylindre coaxial au rotor et la face extérieure plane ou inversement la face extérieure est une section de cylindre coaxial au rotor et la face intérieure plane.

30 6.Dispositif d'accouplements magnétiques synchrones à entrefer cylindrique dans lequel les pôles sont à aimants permanents sur arbre mené et menant selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les aimants ont des épaisseurs ou largeurs différentes selon la nature du pôle.

Fig. 1

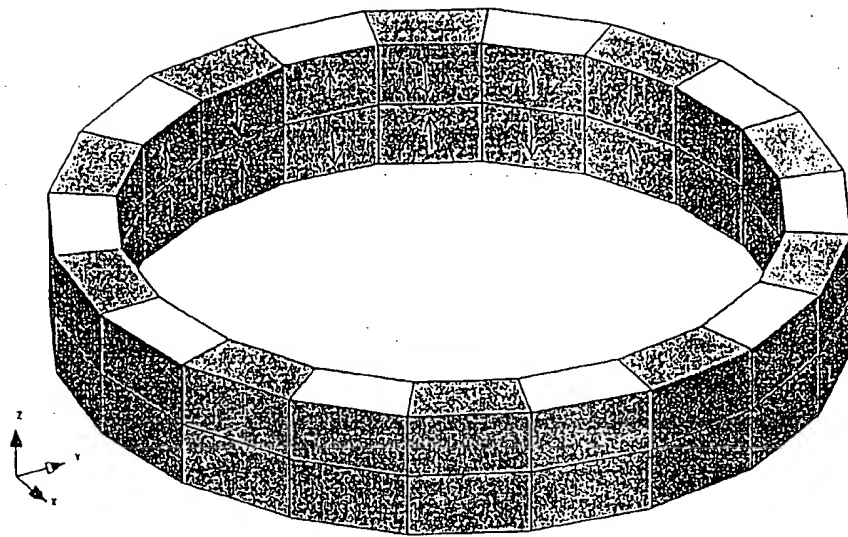


Fig. 2

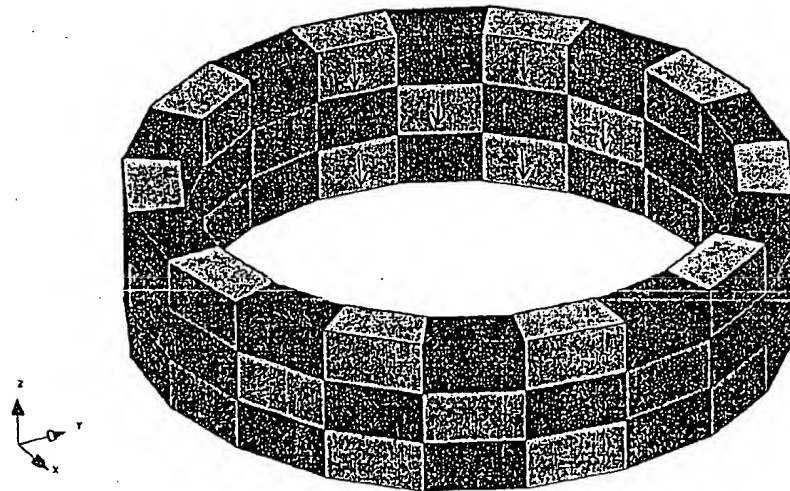
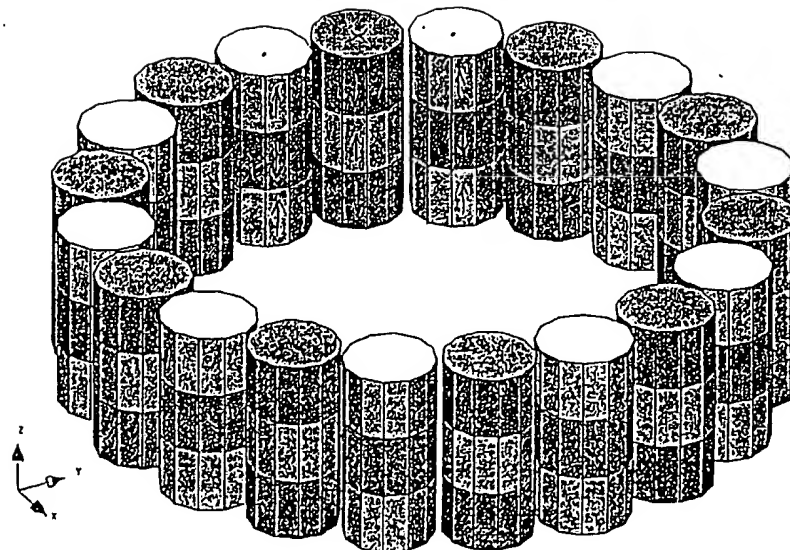


Fig. 3



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 555785  
FR 9708637

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 32 02 074 A (THYSSEN EDELSTAHLWERKE AG) 11 août 1983 * page 5; alinéa 4 - alinéa 6; figures 1-4 *	1,3-5	
X	--- EP 0 372 838 A (NOVA SCOTIA RESEARCH FOUNDATION CORPORATION) 13 juin 1990 * colonne 5, ligne 56 - colonne 6, ligne 39; figures 2,3 *	1,2	
A	--- DE 91 01 892 U (VACUUMSCHMELZE GMBH) 8 mai 1991 * figure 1B *	1	
D,A	--- J.P.YONNET: "A new type of permanent magnet coupling" IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, vol. Mag.-17, no. 6, novembre 1981, pages 2991-2993, XP002071267 * figure 5 *	1-5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
			H02K
Date d'achèvement de la recherche			Examineur
14 juillet 1998			Leouffre, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			